5Б

УДК 519.682.5

В.П. Бурдаев
Харьковский национальный экономический университет, г. Харьков, Украина
burdaev@yahoo.com

Клиент-серверная технология экспертной обучающей системы для сетей Интернет и Интранет

В работе рассматривается построение клиент-серверной экспертной обучающей системы для сетей Internet/Intranet. Анализируется архитектура инструментального средства для построения баз знаний «КАРКАС», основанного на программировании сокетов.

Введение

Архитектура клиент-сервер состоит из следующих компонентов:
– сервер, выполняющий запросы клиента;
– клиент, предоставляющий интерфейс пользователя, посылающий запросы к серверу и получающий ответы от него;
– сетевое коммуникационное программное обеспечение, осуществляющее взаимодействие между клиентом и сервером.

Использование клиент-серверной технологии дает определенные преимущества при построении экспертных систем (ЭС):
– база знаний хранится на сервере и, следовательно, необходимость ее обновления производится однократно;
– база знаний может быть доступна другим приложениям;
а преимущество для экспертно-обучающих систем (ЭОС) заключается еще в том, что можно хранить контент на сервере и на нем отслеживать статистику обучения.

Клиент-серверные ЭС и ЭОС для сетей Internet/Intranet позволяют расширить возможности их применения в дистанционном образовании.

Постановка задачи. Анализ состояния разработок в области клиент-серверных ЭС и ЭОС.

Цель работы. Раскрыть возможности системы «КАРКАС» при ее использовании для сетей Internet/Intranet.

Компьютерная система «КАРКАС»

Компьютерная система «КАРКАС» позволяет как разрабатывать прототипы ЭС, так и может быть использована для адаптированного тестирования и обучения студентов по локальной сети [1-6].

Основными компонентами «КАРКАС» являются следующие: редактор базы знаний (БЗ); машины логического вывода (прямой, обратный, косвенный вывод, формула Байеса); подсистема объяснения; анализатор теста; модуль преподавателя; подсистема обучения (рис. 1).

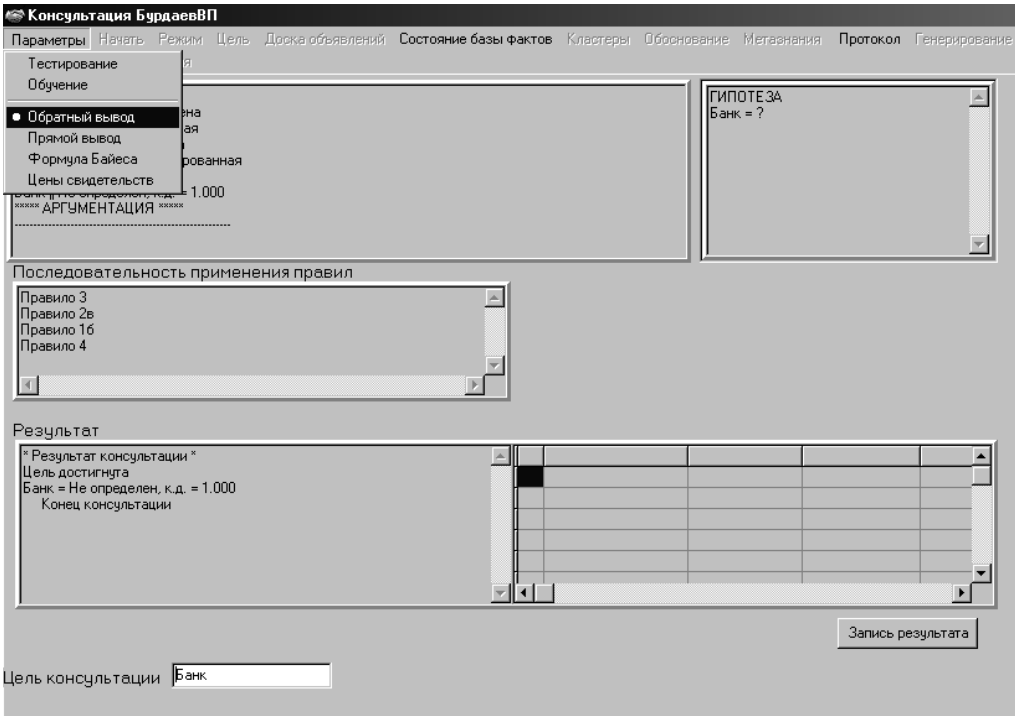


Рисунок 1 – Режим выбора машины вывода в системе «КАРКАС»

Основная задача системы «КАРКАС» – это предоставление возможности приобретения студентом знаний, умений, навыков по разработке БЗ и созданию прототипов ЭС самостоятельно [5], а также для обучаемого тестирования.

Попытки применения сетевых технологий построения ЭС и ЭОС для сетей Internet/ Intranet обсуждались, например, в работах [7], [8]. В этих работах предлагается размещать компоненты ЭС: БЗ, логический вывод, систему объяснения на сервере, а диалоговый интерфейс реализовать на клиентской машине. Имеется по крайне мере пять важных причин, которые препятствуют реализации клиент-серверных (распределенных) ЭС.

1. Конструктивные элементы компонент ЭС не обособленны друг от друга.

2. БЗ – это не база данных, для которых существуют мощные СУБД (Oracle, InterBase, MySQL и так далее), использующие SQL запросы.

3. Многопользовательский доступ к БЗ для редактирования просто не допустим.

4. Логический вывод и специфика создания БЗ (различные способы представления знаний) не способствуют необходимости объединения их в единую систему. Напомним, что для Symantec Web разработан ряд языков описаний, Web-сервисов, но до сих пор нет никаких предложений по реализации логического вывода.

5. Программное обеспечение инструментальных средств для построения ЭС и БЗ является эксклюзивным и дорогостоящим.

Можно, конечно, разместить ЭС на Web-сервере для загрузки на клиентскую машину по ссылке download и обновлять ее на сервере, но это не клиент-серверное решение.

Аналогично можно утверждать и об использовании трехзвенной архитектуры клиент-сервер (Сервер – CORBA – Клиент), когда БЗ размещается на сервере приложений и представляется в виде правил бизнес-решений.

Также не подходят технологии «тонкого клиента» (БЗ, логический вывод, система объяснения располагаются на сервере, а диалог с ЭС поддерживается как на

сервере, так и на клиенте) и «толстого клиента» (БЗ, логический вывод, система объяснения располагаются на клиентской машине, а диалоговый интерфейс поддерживается клиентом и сервером).

Заметим, что БЗ ЭС является интеллектуальной собственностью и не может быть доступна для свободного использования. А учебные БЗ следует размещать на Web-сервере, чтобы любой интересующийся пользователь мог проанализировать, как работает ЭС, и усовершенствовать свои знания о предметной области.

Не следует забывать о нагрузках на сервер в пиковых ситуациях. Ни один провайдер не отдаст сервер только для функционирования ЭС, поскольку реакция пользователя при консультации или объяснении не предсказуема. А это важные моменты функционирования ЭС (консультации могут длиться от минут до несколько часов).

Совсем другое дело – разработка ЭОС для сетей Internet/Intranet.

ЭОС – это компьютерная система, построенная на основе знаний экспертов предметной области (квалифицированных преподавателей, методистов, психологов), осуществляющая и контролирующая процесс обучения. Назначение такой системы состоит в том, что она, с одной стороны, помогает преподавателю обучать и контролировать студентов, а с другой – студентам самостоятельно обучаться.

Основными компонентами ЭОС являются следующие: БЗ; машина вывода; обучение; система объяснения; обучаемое тестирование.

Как правило, БЗ содержит:

– психодиагностические правила для индетификации психологических типов обучаемых [4];

– дидактические приемы для обучения. Правила представляют собой накопленные знания преподавателей по оценке знаний обучаемых [1];

– правила обучения. Такие правила изменяют последовательность предъявляемых заданий контента. Эта последовательность является функцией многих переменных: психологический тип обучаемого, уровень обучения, текущий ответ обучаемого, уровень сложности задания, количество прохождения обучения.

– правила адаптированного тестирования [3].

Замечание. В результате проведенных исследований с помощью системы «КАРКАС» установлено, что интроверты лучше по сравнению с экстравертами показывают результаты в обучении (дисциплина «Системы искусственного интеллекта»).

В связи с изложенным по поводу распределенных ЭС, для обучения и тестирования рекомендуется использовать технологию «толстого клиента», то есть, когда все компоненты ЭОС находятся на клиентской машине, а на сервер передаются результаты обучения и тестирования. И не надо опасаться, что результаты могут быть заменены, учитывая современные возможности шифрования протокола с удаленным сервером.

Почему именно такая технология?

Известно, что порядка 80 % всей воспринимаемой человеком информации – это зрительная. Поэтому мультимедийные технологии (avi-файлы) являются приоритетными при обучении. Если их располагать и запускать на сервере – это огромная нагрузка на сервер и как следствие возрастает трафик до огромных размеров.

Программная реализация системы «КАРКАС» основана на использовании клиент-серверной технологии на основе программирования сокетов. При этом система реализует клиент-серверное взаимодействие: «толстый клиент» – «тонкий сервер», то есть

серверная часть реализует только доступ к ресурсам системы (идентификация студента, установление связи с ним и получение оценок теста от него), а основная часть приложения (машины вывода, объяснение, обучение, БЗ) находится на клиенте.

Другими словами, система работает и как сервер, и как клиент. В зависимости от постановки задачи имеет три режима функционирования.

1. В случае разработки БЗ, система работает как обычная оболочка для создания ЭС.

2. В случае обучения студентов в локальной сети, один из компьютеров сети объявляется рабочим местом преподавателя, на котором отслеживается процесс обучения. На остальных компьютерах система работает в режиме обучения. Результаты обучения транслируются на компьютер преподавателя. Контент обучения представлен на локальном портале.

3. В случае адаптированного тестирования, система использует сокеты для передачи статистик (оценки, ошибки тестируемых, образы рабочего стола тестируемого) на компьютер преподавателя.

Редактор БЗ. В отличие от ЭС для построения БЗ ЭОС привлекаются не только эксперты-преподаватели, но и используются знания о педагогических приемах и стратегиях обучения и о психологических особенностях личности. Поэтому модули знания формируются многими экспертами. И здесь следует учитывать согласованность мнений экспертов и производить тонкую настройку базы знаний, учитывающую компетентность экспертов. Конечно, эти трудности можно обойти, если имеется эксперт, который сочетает в себе знания специалиста по предметной области, знания о тактике и стратегии обучения и владеющий психологическими приемами обучения, то есть высококвалифицированный преподаватель.

При идентификации предметной области когнитолог с помощью эксперта формулирует неформальное описание задачи. Составляется онтология предметной области, которая служит основой для формирования совокупности объектов и атрибутов. В системе «КАРКАС» различают следующие виды атрибутов: вопросные; целевые; демоны (методы объектов предметной области).

Вопросные атрибуты получают свои значения в результате ответа на вопрос в режиме консультации с пользователем.

Целевые атрибуты получают свои значения в результате работы машины логического вывода. Они размещаются в консеквентах продукций.

Демоны – это атрибуты, которые получают свои значения в результате работы методов объектов, которые реализованы в агенте машины логического вывода.

Для удобства формирования и редактирования вопросов и ответов, правил, фреймов и изображений имеются четыре закладки (рис. 2). Вопрос и ответы привязываются к вопросному атрибуту. Множество атрибутов располагается в виде списка. При щелчке указателем мыши на каждом атрибуте появляется ассоциированный с ним текст вопроса и ответов.

В системе «КАРКАС» каждый вопросный атрибут имеет несколько вариантов ответов, при этом каждый ответ имеет коэффициент фактора уверенности, который проставляется экспертом в диапазоне [0,1] или, в случае группы экспертов, определяется методами экспертных оценок. В системе имеется возможность выставить два коэффициента достоверности ответа, что позволяет использовать формулу Байеса для формирования априорных вероятностей, которые применяются при построении БЗ, использующих вывод, основанный на методе Байеса.

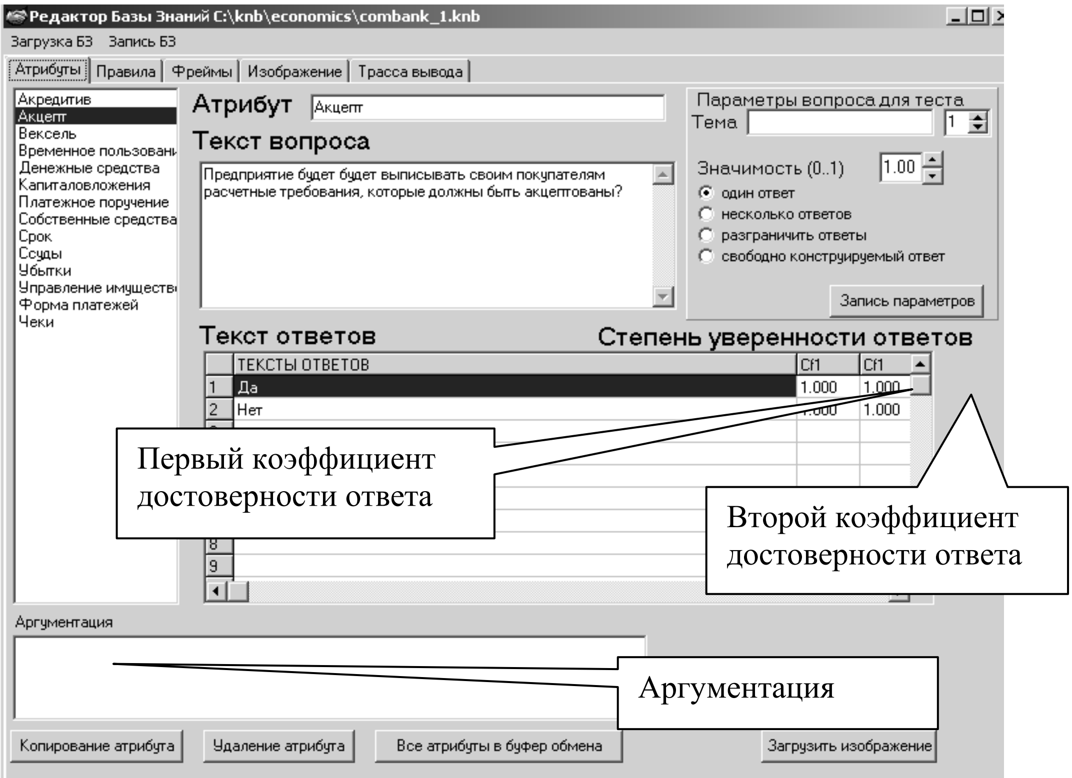


Рисунок 2 – Редактирование вопросного типа атрибута «КАРКАС»

Применение коэффициентов фактора уверенности ответов позволяет при тестировании использовать математический аппарат нечетких множеств для адекватного отображения знаний тестируемого на шкалу оценок. В системе «КАРКАС» имеется модуль для конструирования «нечетких» тестов.

Машины логического вывода. Компонент, реализующий машины логического вывода, предназначен для решения задач как методом обратного (от гипотез к данным) логического вывода, так и методом прямого вывода (от данных к гипотезам). Также имеется возможность использовать вывод, основанный на пересчете цен свидетельств.

Подсистема объяснения. Система объяснения результатов очень важна, поскольку она усиливает доверие обучаемого или тестирующего к системе. Как уже упоминалось выше, имеется два извечных вопроса: почему и как. Например, когда ЭОС задает вопрос, обучаемый может поинтересоваться, почему задан вопрос; или если система выставила оценку, то обучаемому хочется получить аргументированный ответ: как система пришла к такому решению. В зависимости от того, как система справится с такими вопросами, обучаемый или согласится с оценкой, или не поверит приведенному объяснению.

Объяснение и анализ ошибок обучаемого (обратная связь «учитель-ученик») является сложной проблемой компьютерного обучения. Одним из способов получения объяснения являются подготовленные заранее объяснения. Другими словами, прогнозируются типичные ошибки на вопросы и на решения задач и в, случае их возникновения во время процесса обучения, предъявляются обучаемому. Второй способ заключается в том, что при анализе ответов объяснение извлекается из них, и по полученным ответам определяется знание обучаемым предмета изучения. Другими словами, строится база антизнаний, которая позволяет с помощью машины вывода дать развернутое объяснение результатам обучения и тестирования.

Модуль обучения. В методическом плане ЭОС реализует психолого-педагогические и дидактические основы обучения с помощью модуля преподавателя, который включает следующие компоненты:
– формирование мотивации к обучению;
– изучение дисциплины, обучение, самообучение;
– тестирование и система объяснения;
– текущий и результирующий контроль.

Компонент обучения представляет собой комплекс программных модулей, реализующих различные механизмы вывода для достижения педагогической цели в обучении. ЭОС в отличие от других компьютерных средств обучения обладают интерактивностью: имеют диалог с обучаемым, что очень привлекательно для последнего.

Построение диалога строится на основных психологических принципах обучения:
– дружественный интерфейс;
– выход из диалога в любой момент;
– своевременная и мотивированная помощь.

Модуль преподавателя. Компоненты модуля преподавателя моделируют функции преподавателя, то есть обеспечивают процесс усвоения знаний согласно приведенным выше этапам обучения. В состав модуля также входит программа «монитор», с помощью которой он может контролировать работу обучаемых на своем рабочем месте.

Модуль обучаемого тестирования. Современные тесты в Интернете преследуют цель сертификации тестируемого и построены на выборе нескольких вариантов ответов из предложенных и результаты тестирования формируются на подсчете правильных и неправильных ответов. Такие тесты не подходят для обучения.

В системе «КАРКАС» используются следующие возможности для обучаемого тестирования:
– создавать тесты;
– проводить тестирование как на отдельном компьютере, так и по локальной сети;
– по каждому тестированию составляется детальный протокол, и имеются средства для анализа результатов тестирования;
– автоматически формируются файлы протоколов и ведомостей результатов тестирования, которые могут быть использованы для хранения информации о контрольной точке модульного контроля;
– работать в интеграции с пакетом Microsoft® Office (Word, Excel, PowerPoint);
– использовать подсказку и обучающие блоки по работе с ней (презентации в стиле MS PowerPoint, Macromedia Flash);
– настраивать индивидуальные стратегии для тестирования:

а) выбор различных тем;

б) сборки по темам;

в) случайным образом формирование вопросов для тестов;

г) использование коэффициентов значимости вопросов;

д) адаптирование тестов во время тестирования как в сторону повышения значимости вопросов, так и в противоположную;

– наглядная графическая интерпретация тестирования: диаграммы текущей оценки, диаграммы распределения верных и неверных ответов, диаграммы статистики ответов, модифицированные «лица Чернова» для оценки результатов тестирования;
– для оценки теста формируется ряд показателей:

а) оценка по отношению к верным ответам;

б) погрешность ответа;

в) общая оценка;

г) экспертная оценка;

д) заключительная оценка;

– БЗ по тестированию и база данных (вопросы и ответы) имеет защиту от несанкционированного доступа и копирования;
– тесты формируются динамически согласно стратегиям преподавателя и правилам БЗ.

Преподаватель может адаптировать тест для студента с помощью генерирования правил теста (рис. 3).

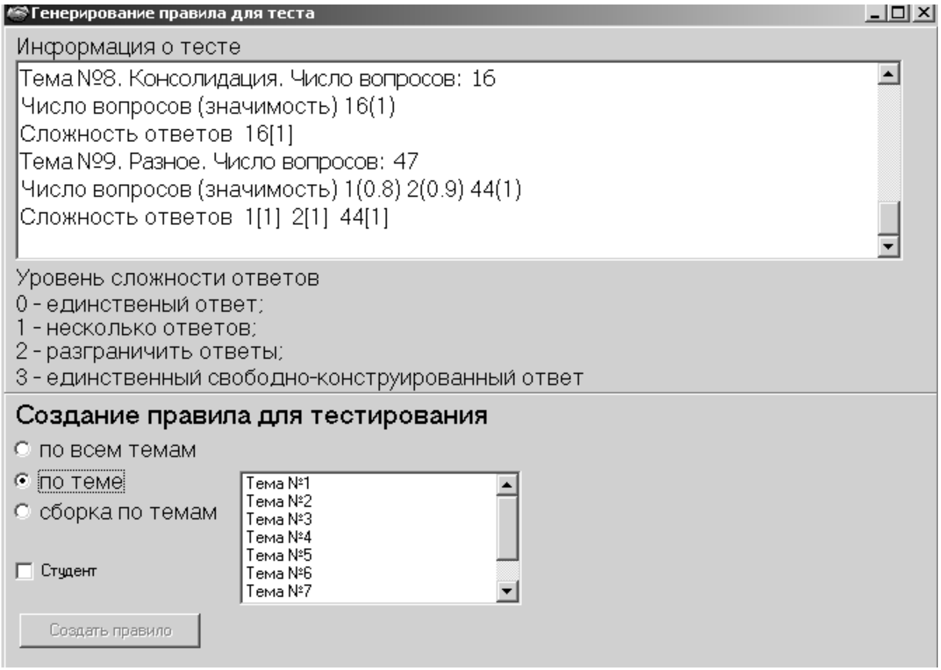


Рисунок 3 – Адаптирование теста с помощью генерирования специального правила БЗ

Портал предметной области. Для организации самостоятельной работы студента с системой «КАРКАС» прилагается портал знаний (ПЗ) контента предметной области.

ПЗ должен обладать несколько большим «интеллектом» (БЗ контента), чем электронный учебник. Поскольку компьютер способен имитировать некоторые аспекты деятельности преподавателя, методиста, психолога (подсказывать в нужном месте и в нужное время, дотошно выяснять уровень знаний и тому подобное).

ПЗ, с одной стороны, должен быть автономным, а с другой – должен отвечать международным стандартам по своей внутренней структуре и форматам содержащихся в нем информационных данных.

ПЗ должен разрабатываться с перспективой его включения в государственный и международный образовательный порталы.

ПЗ должен удовлетворять основным методологическим требованиям:

1) иметь четкую логическую структуру;

2) содержать базовый объем изучаемого материала;

3) учитывать новые тенденции в науке и технологии на ближайшее будущее.

Требования, предъявляемые к ПЗ:

1. Разбиение онтологии предметной области на контенты компактные по объему и замкнутые по содержанию;

2. Каждый контент содержит:
– теоретический материал, снабженный примерами (индуктивное обучение);
– контрольные вопросы;
– задания для лабораторных работ;
– примеры отчетов по лабораторным работам;

– задания для самостоятельных работ;
– задания для индивидуальной научно-исследовательской работы;
– контрольная работа по модулю;
– контекстная справка (Help);
– исторический комментарий;
– интерактивные тесты;
– глоссарий.

3. Каждый контент содержит сценарий, состоящий из набора кадров презентаций с минимумом текста и наглядной визуализацией, облегчающей понимание и запоминание новых понятий, утверждений и методов.

4. Каждый контент должен иметь возможность предоставления студенту управления сценарием:
– последовательное предоставление контента;
– выбор студентом сценария обучения;
– подбор сценария в зависимости от знаний студента (вариация глубины и сложности контента, направленность контента в зависимости от будущей специальности студента).

5. Каждый контент должен быть связан ссылками с другими контентами (например, гиперссылки при формировании сайта, HTML-код).

Такой портал можно имплицировать в сайт университета и использовать для дистанционного обучения студентов.

Студенту предоставляется возможность загрузить по ссылке download CD-версию портала, чтобы локально на компьютере развернуть его и самостоятельно обучаться.

Использование ПЗ на лабораторных работах позволило привлечь внимание студентов к изучаемым разделам информатики. И как следствие обеспечило активное восприятие нового учебного материала. Пример страницы ПЗ (рис. 4).

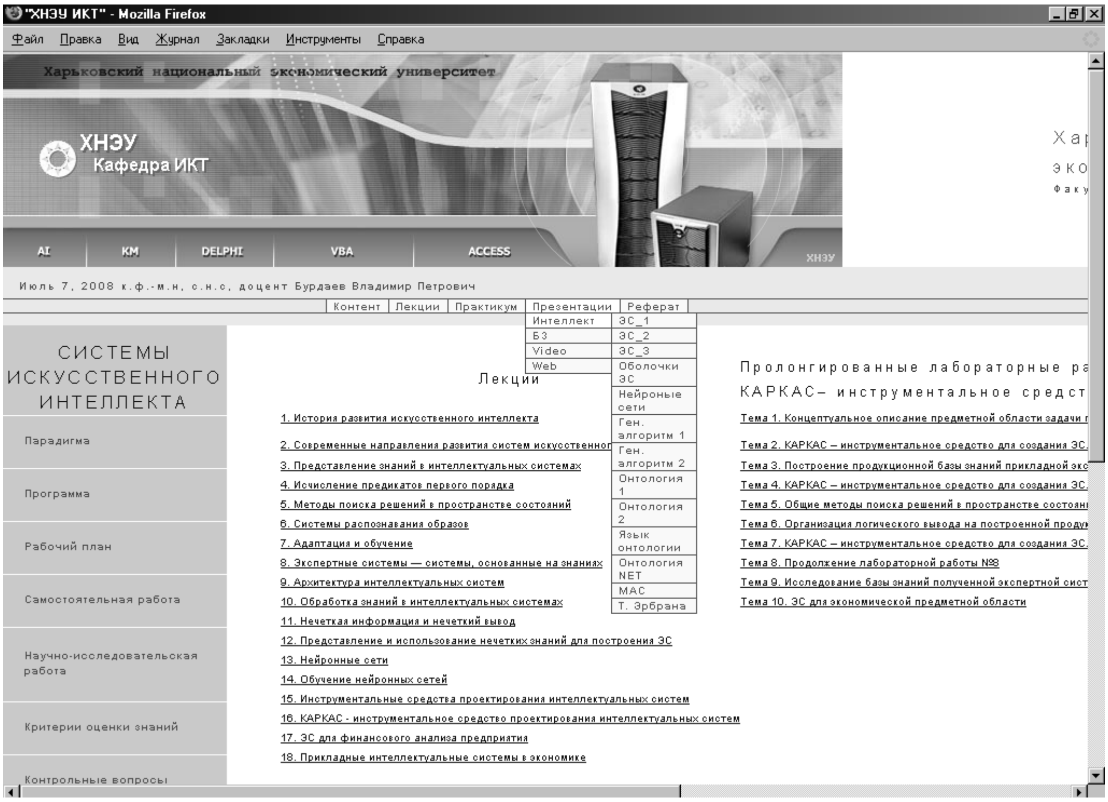


Рисунок 4 – Web-страница портала знаний

Мультиагентные системы

Другой подход к решению задачи создания клиент-серверных ЭОС состоит в использовании мультиагентной технологии, что обеспечивает управление студентом в процессе индивидуального обучения.

Основа этого подхода – построение системы как совокупности агентов состоящих из следующих агентов: контента, учителя, ученика, анализатора контроля знаний. Таким образом, все управление учебным процессом осуществляется коллективом агентов, который адаптируется под конкретного ученика и преследует его цели обучения [6].

Программный агент представляет собой объект, способный анализировать ситуацию, принимать решения, общаться с другими агентами, информировать систему, учителя и ученика о результатах своих действий.

Каждый из агентов имеет свою БЗ и использует свой логический вывод (прямая, обратная или косвенная цепочка рассуждений).

Контент представлен в виде семантической сети, где в вершинах расположены фреймы, аккумулирующие знания учебного курса, а дуги указывают отношения между ними.

Агент контента управляет содержимым учебного курса: темами лекций, лабораторным практикумом, индивидуальными и самостоятельными заданиями.

Агент учителя подбирает модель «учитель-ученик» в соответствии с педагогической целью обучения, вырабатывает стратегию и тактику в обучении на основе сообщений агентов ученика и анализатора контроля знаний. Например, поддерживает следующие распространенные модели:
– последовательное предоставление контента;
– предоставление контента по его уровню сложности;
– выбор учеником контента во время обучения;
– адаптированное представление контента в зависимости от степени уровня знаний ученика.

Агент ученика манипулирует знаниями об ученике, отслеживает уровень состояния знаний ученика, его интересы в обучении, классифицирует тип ученика и подсчитывает рейтинг его знаний.

Агент контроля знаний осуществляет адаптированное тестирование ученика и анализирует ошибочные ответы ученика на контрольные вопросы контента.

Агент объяснения формирует во время процесса обучения систему подсказок, необходимых для разъяснения терминов ученику.

Агент доски-объявления (blackboard) анализирует сообщения от других агентов и выбирает метаправила для управления процессом обучения.

Активно взаимодействуя друг с другом, такие агенты способны обеспечить качественно другой уровень обучения ученика.

Таким образом, в дистанционном обучении предлагается использовать мультиагентную систему с централизованным управлением, где в качестве центра управления учебным процессом выступает агент доски-объявления.

Основным ключевым моментом мультиагентной системы является реализация контента, от которого зависит качество в обучении.

Применяя технологию Macromedia Flash, можно придать некоторым программным агентам (учитель, ученик) анимированные образы, что увеличит мотивацию ученика к обучению и активизирует его восприятие контента.

Выводы

В настоящее время актуальной является задача создания распределённых интеллектуальных систем для Интернет/Интранет сетей. Одно из перспективных направлений – это создание мультиагентных систем, где каждый агент представляет собой конгломерат ЭС и ЭОС. Такие системы востребованы для экономического прогнозирования, для принятия бизнес-решений, для управления сложными распределенными системами.

С помощью системы «КАРКАС» разработан ряд прототипов ЭС в следующих предметных областях: медицина («РИБС», «ИНФАРКТ», «ГЕПАТИТ», «АДРАМЖ»), мобильная связь («МОБИЛЕ»), кластер-анализ данных.

В области экономики с помощью системы «КАРКАС» разработаны следующие БЗ для прототипов ЭС: выбор коммерческого банка; страхование коммерческих кредитов; выбор поставщиков продукции; выбор стратегии ценообразования; оценка кредитоспособности заемщика; оценка кредитоспособности предприятия; выбор депозита; оценка финансового состояния предприятия; выбор товара; управление маркетингом; подбор персонала; выбор пакета туристических услуг.

Литература

1. Бурдаев В.П., Бурдаева Л.В. Модуль преподавателя в современных информационных технологиях обучения // Искусственный интеллект. – 2004. – № 3. – С. 279-286.
2. Бурдаев В.П. Искусственный интеллект в дистанционном обучении // Современные компьютерные технологии в дистанционном обучении / Под ред. докт. экон. наук, проф. А.И. Пушкаря. – Харьков: Изд. ХНЭУ, 2004. – С. 197-227.
3. Бурдаев В.П. Использование технологий искусственного интеллекта для организации дистанционного обучения по дисциплине «Информатика и компьютерная техника» // Искусственный интеллект.– 2005. – № 3.
4. Бурдаев В.П. Адаптивная система обучения в ЭОС «КАРКАС» // Искусственный интеллект.– № 3. – С. 458-467.
5. Бурдаев В.П. Методика разработки баз знаний на основе системы «КАРКАС» // Искусственный интеллект. – 2007. – № 3. – С.70-80.
6. Бурдаев В.П. Мультиагентная система в обучении // Тезисы VII Международной конференции ИМС 2006. – ИИ'2006. – С. 182-185.
7. Гаврилов А.В., Чистяков Н.А. Гибридные экспертные системы в WWW.
8. Сошников Д.В. Логический вывод на основе удаленного вызова и включения в системах с распределенной фреймовой иерархией. – М.: Вузовская книга, 2002.

В.П. Бурдаєв

Клієнт-серверна технологія експертної навчальної системи для мереж Інтернет та Інтранет
У роботі розглядається побудова клієнт-серверної експертної навчальної системи для мереж Internet/ Intranet. Аналізується архітектура інструментального засобу для побудови баз знань «КАРКАС», заснованого на програмуванні сокетів.

W.P. Burdajev

In work construction of client-server expert training system for networks Internet/Intranet is considered. The architecture of tool means for construction of bases of knowledge «KARKAS», based on programming of sockets is analyzed.

Статья поступила в редакцию 10.07.2008.